

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-007788

(43)Date of publication of application : 10.01.1997

(51)Int.Cl.

H05B 41/36

(21)Application number : 08-004419

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD

(22)Date of filing : 12.01.1996

(72)Inventor : MAYA JIEIKOBU  
RABUI JIYAGANASAN

(30)Priority

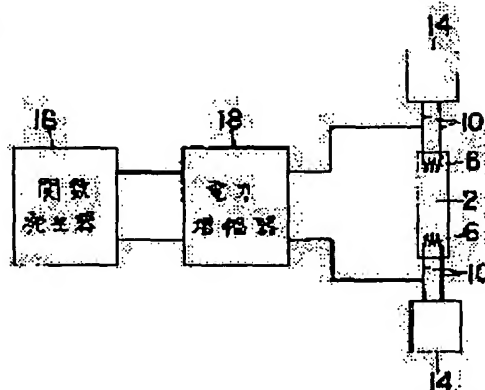
Priority number : 95 490078    Priority date : 13.06.1995    Priority country : US

### (54) VARIABLE COLOR TEMPERATURE FLUORESCENT LAMP DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To change the color temperature by using a single fluorescent lamp.

SOLUTION: In this device, there is provided with a fluorescent lamp 2 in which plural sorts of phosphor substances to convert spectrum rays with different wavelengths discharged from the mercury to visible rays are used as a phosphor substance provided in a bulb. By changing the wave form of a driving signal given from a function generator 16 and a power amplifier 18 between electrodes 6 and 6, the exciting condition of the mercury can be changed. Consequently, the spectrum distribution discharged from the phosphor substance is changed, and the color temperature can be changed.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-7788

(43) 公開日 平成9年(1997)1月10日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 5 B 41/36

識別記号

庁内整理番号

7456-3K

F I

H 0 5 B 41/36

技術表示箇所

F

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平8-4419

(22) 出願日 平成8年(1996)1月12日

(31) 優先権主張番号 08/490078

(32) 優先日 1995年6月13日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 マヤ ジェイコブ

アメリカ合衆国 マサチューセッツ州

02146 ブルックリン マーシャル ストリート 25

(72) 発明者 ラヴィ ジャガナサン

アメリカ合衆国 マサチューセッツ州

01730 ベッドフォード ディビス ロード 236

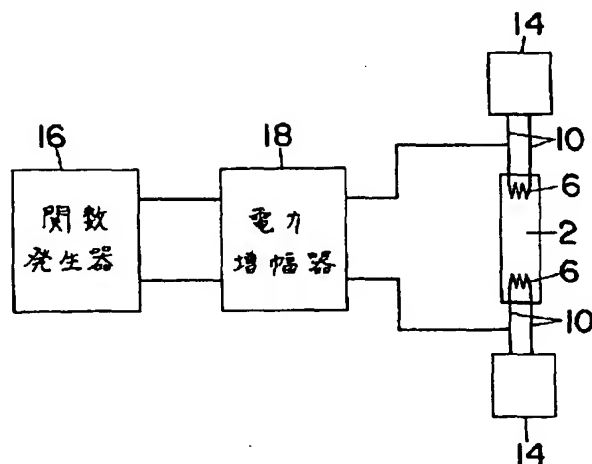
(74) 代理人 弁理士 石田 長七 (外2名)

(54) 【発明の名称】 色温度可変蛍光灯装置

(57) 【要約】

【課題】 1本の蛍光ランプで色温度を変化させる。

【解決手段】 バルブ内に設ける蛍光物質として、水銀より放出される異なる波長のスペクトル線を可視光に変換する複数種類の蛍光物質を用いた蛍光ランプ2を設ける。電極6間に関数発生器16および電力増幅器18から与える駆動信号の波形を変化させることにより、水銀の励起状態を変化させる。これにより、蛍光物質から放出されるスペクトル分布が変化して色温度を変えることができる。



## 1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも一部が透光性材料よりなり希ガスと水銀蒸気との混合ガスが封入された気密なバルブと、バルブに設けられそれぞれ異なる可視光スペクトルを有する複数種類の蛍光物質と、外部回路に接続される接続部をバルブ外に備えた一対の電極と、電極間に印加する駆動信号の波形を変化させることによりそれぞれの蛍光物質から放出される光のスペクトル分布を変化させるように水銀原子の励起状態を変化させる駆動手段とを備えることを特徴とする色温度可変蛍光灯装置。

【請求項2】 複数種類の蛍光物質が混合され、この混合物がバルブの内面に設けられたことを特徴とする請求項1記載の色温度可変蛍光灯装置。

【請求項3】 蛍光物質は2種類であって、一方は主として水銀からの254nmのスペクトル線の光により励起され、他方は主として水銀からの330～440nmの範囲内の光により励起されることを特徴とする請求項1記載の色温度可変蛍光灯装置。

【請求項4】 少なくとも一方の蛍光物質は2種類の蛍光物質の混合物であって、混合比が任意であることを特徴とする請求項3記載の色温度可変蛍光灯装置。

【請求項5】 駆動手段は、連続波形の小振幅の正弦波を駆動信号として与えることにより水銀を低レベルで励起状態として蛍光物質からの光を低レベルに保つ第1の設定手段と、蛍光物質から高レベルの光を発生させる大振幅の駆動信号を与える第2の設定手段とを備えることを特徴とする請求項1記載の色温度可変蛍光灯装置。

【請求項6】 大振幅の駆動信号は間欠信号であって、連続波形の小振幅の駆動信号に重畳されていることを特徴とする請求項5記載の色温度可変蛍光灯装置。

【請求項7】 大振幅の駆動信号は間欠信号であって、バースト波の間に連続波形の小振幅の駆動信号が現れることを特徴とする請求項5記載の色温度可変蛍光灯装置。

【請求項8】 駆動手段は、水銀から放出される光の大部分を254nmとする連続波形の駆動信号を与える第1の設定手段と、水銀から放出される光が254nmの光に加えて330nm以上の光が含まれるように間欠波形の駆動信号を与える第2の設定手段とを備えることを特徴とする請求項1記載の色温度可変蛍光灯装置。

【請求項9】 間欠波形の駆動信号が連続波形の駆動信号に重畳されることにより、水銀が254nmに加えて330nm以上の光を発生させることを特徴とする請求項8記載の色温度可変蛍光灯装置。

【請求項10】 間欠波形の駆動信号は、任意のデューティ比のバースト波であって、バースト波に含まれる各パルスは矩形波状であることを特徴とする請求項8記載の色温度可変蛍光灯装置。

【請求項11】 間欠波形の駆動信号は、任意のデュー

## 2

パルスは三角波状であることを特徴とする請求項8記載の色温度可変蛍光灯装置。

【請求項12】 間欠波形の駆動信号は、任意のデューティ比のバースト波であって、バースト波に含まれる各パルスは滑らかな波形であることを特徴とする請求項8記載の色温度可変蛍光灯装置。

【請求項13】 蛍光物質は2種類であって、一方は主として水銀からの254nmのスペクトル線の光により励起され、他方は主として水銀からの200nm未満ないし330nmを越える光により励起されることを特徴とする請求項1記載の色温度可変蛍光灯装置。

【請求項14】 希ガスの圧力が0.5～15Torrであることを特徴とする請求項1記載の色温度可変蛍光灯装置。

【請求項15】 少なくとも一部が透光性材料よりなり希ガスと水銀蒸気との混合ガスが封入された気密なバルブと、バルブに設けられそれぞれ異なる可視光スペクトルを有する複数種類の蛍光物質と、水銀を励起して光を発生させる手段と、水銀を励起する手段を制御することによりそれぞれの蛍光物質から放出される光のスペクトル分布を変化させるように水銀原子の励起状態を変化させる駆動手段とを備えることを特徴とする色温度可変蛍光灯装置。

【請求項16】 蛍光物質は2種類であって重複して配置されるとともに少なくとも一方は蛍光物質の混合物であり、蛍光物質がバルブの管壁の少なくとも一部を覆うことを特徴とする請求項15記載の色温度可変蛍光灯装置。

【請求項17】 蛍光物質は2種類であって混合され、蛍光物質がバルブの管壁の少なくとも一部に塗布されていることを特徴とする請求項15記載の色温度可変蛍光灯装置。

【請求項18】 少なくとも一部が透光性材料よりなり希ガスと水銀蒸気との混合ガスが封入された気密なバルブと、バルブの一箇所に設けられそれぞれ異なる可視光スペクトルを有する複数種類の蛍光物質と、水銀を励起して光を発生させる手段と、水銀を励起する手段を制御することによりそれぞれの蛍光物質から放出される光のスペクトル分布を変化させるように水銀原子の励起状態を変化させる駆動手段とを備えることを特徴とする色温度可変蛍光灯装置。

【請求項19】 蛍光物質は複数の蛍光物質の混合物であってバルブの管壁を覆うことを特徴とする請求項18記載の色温度可変蛍光灯装置。

【請求項20】 駆動手段は、水銀から放出される光の大部分を254nmとする連続波形の駆動信号を与える第1の設定手段と、水銀から放出される光が254nmの光に加えて330nm以上の光が含まれるように間欠波形の駆動信号を与える第2の設定手段とを備えること

## 3

【請求項21】 間欠波形の駆動信号が連続波形の駆動信号に重畳されることにより、水銀が254nmに加えて330nm以上の光を発生させることを特徴とする請求項20記載の色温度可変蛍光灯装置。

【請求項22】 少なくとも一つの蛍光物質は2種類の蛍光物質の混合物であって、複数の蛍光物質は重複して複数の層を形成し、これらの層によってバルブの少なくとも一部を覆い、185nmの光により励起される蛍光物質の層と365nmの光により励起される蛍光物質の層とを備えることを特徴とする請求項18記載の色温度可変蛍光灯装置。

【請求項23】 蛍光物質の層は3層であって、バルブの管壁に近い側から、185nm、365nm、254nmの各光により励起される蛍光物質の層を設けたことを特徴とする請求項22記載の色温度可変蛍光灯装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、発光色が制御可能な色温度可変蛍光灯装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 周知のように、白色系の蛍光ランプには色調の異なるものがある。すなわち、白色系の蛍光ランプではあっても、色温度が2500～約6000Kの範囲の各種のものがあり、場合によっては8000Kや10000Kのものもある。ここに、色温度とは同じ色調の白色光を発する黒体の温度のことである。一般に、色温度が低くなれば白色光は赤みを帯び、逆に色温度が高くなれば白色光は青みを帯びる。ただし、ランプの何らかの構成要素が色温度に等しい温度を有しているということではなく、色温度という用語は各種の蛍光ランプや白熱電球の色を比較するために産業界において標準用語として使用しているものである。

【0003】 各種色調の蛍光ランプが必要なのは、たとえば赤みを帯びた暖かい白熱電球に親しみを感じ、白熱電球よりも高効率である蛍光ランプを暖かい光に似せたいときもあるからである。つまり、市場の要求する白色の度合は使用環境や使用目的に応じて大きく変化することである。たとえば、オフィスではほとんどの場合、4100K程度ときには5000K程度の色温度の高い蛍光ランプが使用される。色温度を高くする理由には、太陽光に近い光が得られ、昼光と同様に緊張感やさわやかさを与えるということがある。一方、和やかな雰囲気や仕事後の雰囲気を望むような用途では、光源の色温度をたとえば約2500K、2700K、3000Kなどに低下させる。色温度の低いランプでは日暮時の光や家庭で使っていた白熱電球に近い色が得られるのである。

【0004】 色温度の異なる蛍光ランプは、同一の紫外線で励起されたときに異なる色合いで発光する何種類か

## 4

がって、蛍光ランプを蛍光物質の混合具合の異なるランプと取り替えなければ発光色を変えることができない。つまり、従来の蛍光ランプは発光色が固定的であって、蛍光物質の選択によって発光色が決定されているから、それぞれ色温度の異なるランプが販売されているのである。

【0005】 放電ランプの販売量の80%程度は約3000～5000Kのランプである。この2000Kの範囲は色合いの違いが明確に知覚される領域である。ただし、色温度が3000K以下のランプや5000Kよりかなり高いランプも販売されている。とくに、住宅用には円環状ないし小型のランプに色温度の低い蛍光ランプが好まれている。住宅用としてよく用いられている小型の蛍光ランプは色温度が2700～3100Kであり白色光に赤みがかかっている。このような住宅用のランプはビジネス用のようにオフィスなどで用いるランプに比べて赤みが強い。最近では住宅用として、各種の色調のものが使われてきており、各種の色調のものが好んで使われている。

## 20 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、従来から可変色の蛍光ランプを製造することが試みられているが、様々な理由により、商品化されていないのが現状である。この主な原因は、構造が実用的、経済的ではなかったり、生産性が低いということにある。また、販売量の伸びないような性能上の制限を持つこともある。たとえば、周知のように、蛍光ランプはランプ温度が高くなると水銀蒸気圧が増大し、水銀からの青色のスペクトル光が増大して色温度を上昇させ、結果的に発光色の青みが強くなるから、この原理を利用すれば発光色を変えることができるが、蛍光ランプの寿命が著しく短縮され、また水銀の温度を上昇させるために供給エネルギーが増加するから、効率（ランプの輝度と供給電力との比）が低下することになる。したがって、この原理を用いた可変色蛍光ランプは市場性を得ることができない。

【0007】 また、蛍光ランプにより光色を可変にするために、色温度の異なる複数のランプを器具本体に設けたものも考えられている。この照明器具では、色温度の異なる2種ランプの一方を全点灯させ他方を調光点灯させるなどして色温度を調節する。つまり、両ランプ、たとえば色温度の低い（赤み）ランプと高い（青み）ランプとに供給する電力比を変化させれば、照明器具からの発光色を変化させることができる。しかしながら、この技術はランプを良い効率で使用していないからよい方法とは言えない。このような技術を用いてランプを点灯させると、ランプ寿命および効率が低下する。しかも、このような可変色の照明器具を使えるようにしようとするれば、複数種類のランプを備えた照明器具全体を販売しなければならなくなる。また、器具本体内の2個のラン

## 5

光色が異なるという問題もある。さらに、一方のランプが完全に点灯されていないから、色の差異に加えて、器具の一端と他端とでは明るさが異なることもある。したがって、この技術は美的な観点から見て満足できる解決策ではなく、商品として成功しない。

【0008】本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、色温度を少なくとも3000～5000Kの範囲で変化させることのできる小型の可変色蛍光灯装置を提供することにある。しかも、効率や寿命を損なうことなく色温度を可変としながらも現状の技術で製造することができるようにした色温度可変蛍光灯装置を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、少なくとも一部が透光性材料よりなり希ガスと水銀蒸気との混合ガスが封入された気密なバルブと、バルブに設けられそれぞれ異なる可視光スペクトルを有する複数種類の蛍光物質と、外部回路に接続される接続部をバルブ外に備えた一対の電極と、電極間に印加する駆動信号の波形を変化させることによりそれぞれの蛍光物質から放出される光のスペクトル分布を変化させるように水銀原子の励起状態を変化させる駆動手段とを備えることを特徴とする。

【0010】請求項2の発明は、請求項1の発明において、複数種類の蛍光物質が混合され、この混合物がバルブの内面に設けられたことを特徴とする。請求項3の発明は、請求項1の発明において、蛍光物質が2種類であって、一方は主として水銀からの254nmのスペクトル線の光により励起され、他方は主として水銀からの330～440nmの範囲内の光により励起されることを特徴とする。

【0011】請求項4の発明は、請求項3の発明において、少なくとも一方の蛍光物質が2種類の蛍光物質の混合物であって、混合比が任意であることを特徴とする。請求項5の発明は、請求項1の発明において、駆動手段が、連続波形の小振幅の正弦波を駆動信号として与えることにより水銀を低レベルで励起状態として蛍光物質からの光を低レベルに保つ第1の設定手段と、蛍光物質から高レベルの光を発生させる大振幅の駆動信号を与える第2の設定手段とを備えることを特徴とする。

【0012】請求項6の発明は、請求項5の発明において、大振幅の駆動信号が間欠信号であって、連続波形の小振幅の駆動信号に重畳されていることを特徴とする。請求項7の発明は、請求項5の発明において、大振幅の駆動信号が間欠信号であって、バースト波の間に連続波形の小振幅の駆動信号が現れることを特徴とする。

【0013】請求項8の発明は、請求項1の発明において、駆動手段が、水銀から放出される光の大部分を254nmとする連続波形の駆動信号を与える第1の設定手

## 6

330nm以上の光が含まれるように間欠波形の駆動信号を与える第2の設定手段とを備えることを特徴とする。

【0014】請求項9の発明は、請求項8の発明において、間欠波形の駆動信号が連続波形の駆動信号に重畳されることにより、水銀が254nmに加えて330nm以上の光を発生させることを特徴とする。請求項10の発明は、請求項8の発明において、間欠波形の駆動信号が、任意のデューティ比のバースト波であって、バースト波に含まれる各パルスは矩形波状であることを特徴とする。

【0015】請求項11の発明は、請求項8の発明において、間欠波形の駆動信号が、任意のデューティ比のバースト波であって、バースト波に含まれる各パルスは三角波状であることを特徴とする。請求項12の発明は、請求項8の発明において、間欠波形の駆動信号は、任意のデューティ比のバースト波であって、バースト波に含まれる各パルスは滑らかな波形であることを特徴とする。

【0016】請求項13の発明は、請求項1の発明において、蛍光物質が2種類であって、一方は主として水銀からの254nmのスペクトル線の光により励起され、他方は主として水銀からの200nm未満ないし330nmを越える光により励起されることを特徴とする。請求項14の発明は、請求項1の発明において、希ガスの圧力が0.5～15Torrであることを特徴とする。

【0017】請求項15の発明は、少なくとも一部が透光性材料よりなり希ガスと水銀蒸気との混合ガスが封入された気密なバルブと、バルブに設けられそれぞれ異なる可視光スペクトルを有する複数種類の蛍光物質と、水銀を励起して光を発生させる手段と、水銀を励起する手段を制御することによりそれぞれの蛍光物質から放出される光のスペクトル分布を変化させるように水銀原子の励起状態を変化させる駆動手段とを備えることを特徴とする。

【0018】請求項16の発明は、請求項15の発明において、蛍光物質が2種類であって重複して配置されとともに少なくとも一方は蛍光物質の混合物であり、蛍光物質がバルブの管壁の少なくとも一部を覆うことを特徴とする。請求項17の発明は、請求項15の発明において、蛍光物質が2種類であって混合され、蛍光物質がバルブの管壁の少なくとも一部に塗布されていることを特徴とする。

【0019】請求項18の発明は、少なくとも一部が透光性材料よりなり希ガスと水銀蒸気との混合ガスが封入された気密なバルブと、バルブの一箇所に設けられそれぞれ異なる可視光スペクトルを有する複数種類の蛍光物質と、水銀を励起して光を発生させる手段と、水銀を励起する手段を制御することによりそれぞれの蛍光物質か

銀原子の励起状態を変化させる駆動手段とを備えることを特徴とする。

【0020】請求項19の発明は、請求項18の発明において、蛍光物質が複数の蛍光物質の混合物であってバルブの管壁を覆うことを特徴とする。請求項20の発明は、請求項18の発明において、駆動手段が、水銀から放出される光の大部分を254nmとする連続波形の駆動信号を与える第1の設定手段と、水銀から放出される光が254nmの光に加えて330nm以上の光が含まれるように間欠波形の駆動信号を与える第2の設定手段とを備えることを特徴とする。

【0021】請求項21の発明は、請求項20の発明において、間欠波形の駆動信号が連続波形の駆動信号に重畳されることにより、水銀が254nmに加えて330nm以上の光を発生させることを特徴とする。請求項22の発明は、請求項18の発明において、少なくとも一つの蛍光物質が2種類の蛍光物質の混合物であって、複数の蛍光物質は重複して複数の層を形成し、これらの層によってバルブの少なくとも一部を覆い、185nmの光により励起される蛍光物質の層と365nmの光により励起される蛍光物質の層とを備えることを特徴とする。

【0022】請求項23の発明は、請求項22の発明において、蛍光物質の層が3層であって、バルブの管壁に近い側から、185nm、365nm、254nmの各光により励起される蛍光物質の層を設けたことを特徴とする。上述した各構成によれば、台所、広間、照明を長時間点けている部屋に使用される小型ないし一般的な寸法の変色蛍光ランプを提供することができ、このような環境で使用する際に、ランプを交換することなく1日の時間帯や季節の変化に応じて光色を変化させることができることになる。また、所定の混合比の蛍光物質の膜やこのような膜が層になったものをランプのバルブに設けた一本の色温度可変ランプを用いることで従来の技術に存在していた各種制限を解消することができる。

【0023】本発明では、蛍光ランプに供給する駆動信号の各種条件を変化させることで色温度が自在に制御でき、駆動信号の変更可能な条件には、たとえば駆動信号の電流、電圧、周波数、バースト波を構成するパルスの個数や時間間隔などがある。また、バースト波を構成する個々のパルスは立ち上がり時間、立ち下がり時間、振幅、波形なども条件として設定される。このように駆動信号を変化させることで、水銀からのスペクトル放出においては、各スペクトル線において異なるエネルギー量が得られる。したがって、スペクトル線に応じて励起の強さが異なる蛍光物質の混合物や蛍光物質を層状に配置したものを蛍光ランプのバルブに設けることにより、外部からの駆動信号での変化に基づいて蛍光ランプから発光する色を変えることができる。また、本発明は従来より

成を有するものでも適用可能であり、しかも現状の技術で容易に製造することができる。

【0024】実施形態では、254nm近傍の範囲の入射光を吸収してこれにより励起される可視光を放出する蛍光物質をAタイプとし、254nm前後の入射光に対する吸収や励起は弱い、他の波長の光、たとえば365nmあるいは185nmにより励起される蛍光物質をBタイプとして説明する。ただし、蛍光物質のタイプは便宜的なものであり別段の制限を示唆するものではない。

10 蛍光物質や蛍光物質の混合物としては多種のものが本発明の範囲内で効果を達成するために使用でき、蛍光物質やその混合物に要求されることは、これらが混合でき、互いに塗り重ねることができ、互いに異なる吸収スペクトルと放出スペクトルを有することである。

【0025】一般に色温度可変の蛍光ランプは、製造に必要な技術的およびコスト面での問題があると考えられるため市場に出ていないが、本発明の構成は現状の製品に対して大きな利点がある。つまり、使用者の要求、用途、一日の時間、季節に応じて一つのランプで色温度を自由に変えることができれば、ユーザはこのランプを利用するであろうから、本発明の利点は市場にある現存の製品に比べて大きな価値を産み出すものである。

【0026】また、製造と販売の点からみれば、現状のように色温度の異なる各種の蛍光ランプを供給する場合に比較すると1種類の蛍光ランプを供給するだけであるからコストが低減され、ユーザは低価格で蛍光ランプを購入することができる。つまり、色温度可変の蛍光ランプを製造すれば、製造コストが非常に少なくなるのである。これは、同様のランプで異なる色温度のランプを製造しようとするれば、異なるランプの製造にラインを切り換える際に、労働時間、機械移動時間、蛍光物質やガラスクラップ等の材料においてロスが生じる。このような切替時に生じる全体の損失、すなわち、品質不良としてスクラップとなるランプや部品がかなり低減される。1種類の蛍光ランプを製造することは、多種の蛍光ランプを製造することよりも簡単で安価であるのは自明のことである。したがって、他の条件が等しければ、本発明の可変色蛍光灯装置は安価に製造できる。

【0027】さらに、部品コストの低下にもつながる。つまり、同数量の蛍光ランプを製造するのに、多種の蛍光物質をそれぞれ異なる量で購入して混合することは、2、3種の蛍光物質を大量に購入して混合することよりも高価であり、一度に購入する蛍光物質の量が增大することで低価格となる。したがって、購入する材料の数量が増大することにより節約することができるのである。

【0028】

【発明の実施の形態】図2に蛍光ランプ2の基本構成を示す。周知のように、蛍光ランプ2では、低圧の水銀蒸気と希ガスとの混合ガス中での放電が重要である。ガラ



ブ8を貫通し、両電極6は交流電源に接続される。バルブ8内で両電極6間で放電させると水銀が励起され、水銀の主なスペクトル線のうちの254nmの紫外線がきわめて効率よく放射される。希ガスにはアルゴンやクリプトンが用いられ、希ガスによって点灯中における電極6の急激な劣化が防止される。上述した254nmの紫外線は蛍光物質12を被着しているバルブ8の管壁に照射される。したがって、蛍光物質12の粒子は254nmの紫外線の光子を吸収して可視光に変換する。蛍光物質12の母材や、母材への添加物の濃度に応じて白色や他の色の色合いを変えることができる。ここで使用される添加物は、Eu、Tb、Ce、Mn、Gd等である。

【0029】ところで、従来より、蛍光を用いた光源では特殊な用途のために緑、赤、紫のものが製造されている。上述したように、白色光の色温度を2000Kないし2500Kから10000K程度の範囲で変化させようとするのであるから、発光色が緑、赤、紫である蛍光物質の混合物の比率や添加物の濃度を変えれば目的の色温度の白色光を得ることができる。また、蛍光物質はガラスの表面に塗布して焼き付ければ、ランプにおいては変更ができなくなるから、従来のように駆動するのであれば発光色は固定的に決められる。一方、蛍光物質から放射される光に加えて、水銀原子がより高いエネルギー準位まで励起されることによって青や緑の発光色（スペクトル線）が得られることもある。ここで、スペクトル線とは電子が高エネルギー準位から低エネルギー準位に遷移する際に放出する光のことである。このようなスペクトル線の色はランプ製品の最終的な発光色を決定する際に考慮される。

【0030】図1に本発明の放電ランプを点灯させるのに適した回路構成をブロック図で示す。電極6は外部端子10に接続された予熱電源14からの電力により加熱されて熱電子を放出させる。関数発生器16と電力増幅器18とは蛍光ランプ2を駆動するための信号を生成し、その波形や出力は可変になっている。つまり、関数発生器16および電力増幅器18は蛍光ランプ2の駆動信号を変化させることにより色温度を変化させ、結果的に蛍光ランプ2から放出される光を変化させるように構成される。所望の色温度が決まると、電子バラストが構成され、蛍光ランプを制御するバラストで用いられている通常の技術を用いて蛍光ランプ2を所望の色温度で点灯させる。

【0031】ここに、本発明の技術思想は無電極で水銀原子を励起させる電磁的手段などを用いる場合でも適用可能である。水銀原子は励起状態になると非励起状態に比べて電子のエネルギー準位が高くなり、また励起された原子は非励起状態に遷移し、そのときにエネルギー準位によって決まるスペクトル線を発生する。水銀のスペクトル線のうち十分な強さを有しかつ蛍光ランプで使用でき

4、365、407、435、546のものである。

【0032】本発明者らは、ランプの駆動様式、つまり蛍光ランプに電力を供給する方法を変えると、各スペクトル線の光の強さの比率を変えることができるという知見を得た。つまり、ランプの駆動方式と各スペクトル線の光の強さとに関係があるということである。上記知見を有効に活かすために、蛍光物質12には各種のスペクトル線により蛍光を生じ、しかもその蛍光の色温度が異なるようなものを用いた。つまり、照射されるスペクトル線が異なると発光色が変わるような蛍光物質12を用いた。水銀のスペクトル線を蛍光物質の励起に用いたときの特性は以下のようであった。図3(a)、図3

(b)は、それぞれ蛍光ランプ2に用いる代表的な蛍光物質の励起スペクトルを示す。図3(a)はNP220、図3(b)はNP340に関するものであり、NPはNichia社の製造による蛍光物質を意味する。これらの蛍光物質は水銀のスペクトル線のうち254nmの光により蛍光を生じ、それぞれ611nm、544nmの近傍で強い光出力が得られる。このように、254nmの光により励起される蛍光物質を以下ではAタイプの蛍光物質という。

【0033】また、蛍光物質としては、たとえば254nmの水銀のスペクトル線では励起が弱い365nmの光では強く励起されるものが開発されている。この種の蛍光物質には、たとえば、Nemoto Phosphor社の製造による(Y, Ba)2SiO<sub>5</sub>:Ce(以下、YBAという)がある。この蛍光物質の励起特性を図4(a)に示し、対応する放射スペクトルを図4(b)に示す。これらの曲線を考察すると、この蛍光物質は365nmの光に強く反応し、254nmの光にはあまり反応せず、420nm付近の光を出力することがわかる。

【0034】上述した蛍光物質は主として水銀からの254nmの光で励起されるものと、水銀からの365nmの光で励起されるものとであって、両蛍光物質を混合し、各蛍光物質が他方より強く励起されるように制御すれば、両蛍光物質の発光色を制御することができる。両蛍光物質のうち365nmの光により励起されるものとして使用可能なものはYBAにとどまらず、ZnS:Ag、ZnS:Cu、BaAl<sub>12</sub>O<sub>19</sub>:Mnなどがある。このように、365nmの光により励起される蛍光物質を以下ではBタイプの蛍光物質という。

【0035】従来構成において、通常の動作状態では、水銀から主として254nmの光が放出され、図5に示すような放射特性を有する蛍光物質のみが使用される。つまり、一般に交流や直流を連続した波形で蛍光ランプを駆動した場合には、水銀から放出される光の90%は254nmになるから、このような通常の動作状態では、Aタイプの蛍光物質が励起されて蛍光ランプの基本色である通常の白色系の光を発生する。

をパルスや後述するような数々の他の波形に変えると、水銀から放出される365nmの光の割合が増加する。たとえば、従来の通常の動作状態では、全体の光のうち2%だけが365nmのスペクトル線の光であるが、蛍光ランプを駆動する信号をパルス波ないしバースト波とすれば、365nmのスペクトル線の光は放出される光の全量のうちの約10%までに増加する。つまり、Bタイプの蛍光物質が励起可能となり、Bタイプの蛍光物質から放射される光がAタイプからの光に加算されることになる。したがって、ほとんどの使用者の要求を満足させることができるようにランプの色温度を変化させることができる。さらに、駆動信号の周波数や波形（モード）、つまり駆動方式を変えれば、供給電力に応じて365nmの光の発生割合を2~10%の範囲で連続的に変化させることができる。蛍光物質の混合物は、蛍光ランプが主として3000~5000Kの範囲での色変化を与えるときに所要の効率が得られるように選択される。たとえば、 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ 、 $(\text{Y}, \text{Ba})_2\text{SiO}_5:\text{Ce}$ 、 $\text{LaPO}_4:\text{Ce}$ 、 $\text{Tb}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ から選択される。

【0037】光の大部分が254nmの紫外線をAタイプの蛍光物質により可視光に変換して得るのであれば、この変換は高効率であるから、色を変化させるために駆動信号を変化させても蛍光ランプの効率の低下はごく少ないものである。つまり、光出力の90%までが254nmのスペクトル線の光に由来するものであることによる。

【0038】しかして、本実施形態では、従来より提供されている通常の蛍光ランプを用いることができる。つまり、蛍光ランプとして、駆動方式に応じて特定の色温度の光を放出し、励起方式が変われば放出する光の色温度が変わるように蛍光物質の混合量を固定的に設定したものをを用いることができる。この方法での利点は、現状の技術を用いて蛍光ランプを製造することができることであり、したがって比較的低コストであり、電子回路を用いて駆動方式を変更することが必要になるに過ぎない。その結果、色温度を市場で求められる範囲内で変化させるのであれば従来の蛍光ランプと比べて市場性に遜色はない。以上説明した特徴および利点により本発明は非常に魅力的、実用的なものである。

【0039】実施形態の構成としては、複数の蛍光物質を混合するものと、複数の蛍光物質を複数層に分けるものがある。後者の構成は次のようなものである。すなわち、第1の蛍光物質としてZnSをバルブ8の内面に被着し、NP92（上述したNP220とNP340とを混合した蛍光物質であり、緑発光と赤発光の希土類蛍光物質成分を含む）を第2の蛍光物質として第1の蛍光物質の層を覆うように被着する。この構成では、連続的に駆動する場合とバースト波で駆動する場合とで約12

は15%であった。ここに、ZnSは365nmでの吸収が強く254nmでの吸収が弱いということで選択した。ところで、後者の構成に加えて第2の蛍光物質の層を覆うように第3の蛍光物質の層を設けることもできる。第3の蛍光物質としては185nmの光を吸収するYBAを用いる。この構成でも実質的な色温度の変化が得られる。本発明においては、パルス状ないしバースト波状の駆動信号により得られる紫外線を利用するような蛍光物質であれば例示した組み合わせに限らず、多数の組み合わせがあり、また本発明の範囲内で効果を達成できるのであれば蛍光物質は3層以上にしてもよい。

【0040】本発明の重要な点は、ランプの発光色を変えようとするときに、254nmの光よりも365nmの光の変化量を大きくしていることにある。たとえば、254nmの光の変化量を数%だけにして、365nmの光の強度を2~10%と5倍に増大させることができる。水銀からの254nmのスペクトル線の光は、基底状態に対する最小の励起状態、つまりエネルギー準位が4.86eVであるときに発生する。また、365nmのスペクトル線の光を発生するには、約9eVのエネルギー準位が必要である。パルス状ないしバースト波状の駆動信号を用いれば、連続的な駆動信号を用いる場合よりも多くの水銀原子が365nmの光を放出するのに必要な高いエネルギー準位まで励起され、色温度を変化させるのである。各種波形のパルスやバースト波の駆動信号をパルス技術により生成する方法は種々あるが、後述するように、水銀から254nm以外のスペクトル線の光を放出させるに際してとくに有用な方法がある。

【0041】図3、図5は、従来より用いられている通常の蛍光物質（Aタイプ）の励起特性および放出スペクトルを示す。また、図6に水銀蒸気と希ガスとの混合ガスを用いて蛍光物質を普通に励起したときのスペクトルを示し、この光出力は大部分がAタイプの蛍光物質による254nmの光から可視光への変換によるものである。図7は図6に示すスペクトル分布を得るのに用いた駆動信号の電圧波形および電流波形である。この駆動信号の波形は一般に提供されている電子バラストで得られるものと同様である。ここに、図7に示した例ではランプ電力は8W、周波数は20kHzである。

【0042】図4は、本発明の実施形態で新たに用いた蛍光物質の特性を示す。これはNemoto Phosphor 社による市販の蛍光物質であり、蛍光ランプ以外の多くの用途で使用されている。この蛍光物質はランプにも用いることができ、365nmの光を可視光に変換することができる。図4（b）はこの蛍光物質の放出スペクトルを示し可視光領域の青色領域にピークを有している。この他にも365nmの光で励起され緑、赤、あるいは他の領域の可視光を発する蛍光物質でも用いることができる。たとえば、 $\text{ZnS}:\text{Cu}$ 、 $\text{Al}$ は緑を発色し、 $\text{YV}$



色する。さらに、上述した蛍光物質を組み合わせると光が混合されて各種の色を得ることができる。また、他にも多数の蛍光物質が知られており、本発明の範囲内において365nmの光を最大限に吸収して可視光を発するために用いることができる。Keith H. Butler; fluorescent Lamp Phosphors, Pennsylvania State Univ. Press, 1980を参照のこと。

【0043】図8、図9は、水銀蒸気と希ガスとの混合ガスからの365nmの光の放出を増大させるようにランプ駆動するのに使用するパルス状ないしバースト波状の駆動信号の波形を例示する。ここで、バースト状の駆動信号としては1回に単発のパルスを含むものから多数のパルスを含むものまで用いることができる。また、パルスとは波形にかかわらず基準線に最初に交差したときから次に基準線と交差するときまでの期間の1個の波形を意味する。図8、図9の(a)は滑らかな波形ないし正弦波状の波形である。立ち上がり時間が短いと図8、図9の(c)のように三角波状になり、立ち上がり時間と立ち下がり時間とが短いと図8、図9の(d)のように矩形波状になる。図9はバースト波状(間欠波状)の駆動信号を示す。間欠波状とは一連のパルスが互いに分離されている波形を意味している。本発明の実施形態としては、これらの駆動信号を組み合わせ使用し、色温度を変える場合は図8(a)のような連続波形ではなく間欠波状の駆動信号になる。つまり、各種の連続波形の信号とパルス状ないしバースト波状の信号との組み合わせを使用することができる。たとえば、所定の色温度を得るために連続波形を用いるとともに、色温度を変えるためにこの連続波形に間欠波形を重畳した駆動信号を用いることができる。あるいはまた、連続波形により得られる色温度から色温度を変える際に、2種の異なる波形を交互に組み合わせた駆動信号を用いることもできる。いずれにせよ、個々のパルスの波形、バースト波の無信号期間などの各種の組み合わせが可能である。

【0044】ところで、蛍光ランプに低振幅の駆動信号を供給することにより水銀を低レベルで励起状態に保ち、蛍光物質からの光出力を低い状態に保つことができる。このような駆動信号はシマー信号と呼んでいる。シマー信号を与えているときの電力は通常時の電力の数%~10%を越える程度の範囲であり、ほとんどの場合は10%に設定される。この状態で間欠波形の駆動信号を使用すると低レベルの光出力が得られる。通常の動作では、シマー信号を14ms続け1msのバースト波を与える。一般に、蛍光ランプが完全に消灯すると水銀を励起するために高い電圧が必要になるが、シマー信号を用いることにより水銀を励起しやすくなり、高電圧の印加

による電極の損傷を抑制することができる。

【0045】図10は、体積比でAタイプのものを約20%、Bタイプのものを80%含む混合物を蛍光物質として用いた蛍光ランプの放出スペクトルを示す。また、図11は図10の放出スペクトルが得られる従来の一般的な連続波状の正弦波を示す。さらに、図12は図13に示す正弦波状のバースト波を駆動信号としたときの放出スペクトルを示す。図14は、図12と図10の2つのスペクトルの差異を示す。図14によれば、バースト波の駆動信号により励起された水銀からの可視光線と共に蛍光物質からかなりの量の青色光(400~440nmの範囲)が放出されることがわかる。この差異は光出力を増大させるもののみであり、バースト波形の駆動信号により得られる光出力は連続波形の駆動信号よりも多くなる。なお、この蛍光ランプは8ワットで動作した。

【0046】図15はAタイプとBタイプとの蛍光物質の混合比によって変化する色温度を示す。Bタイプの蛍光物質の混合比が増えるに従って色温度が上昇し、色温度の制御範囲が大きくなる。ここで用いた蛍光物質の混合物では、図9(c)に示した立ち上がり時間の短い三角波状のバースト波を駆動信号に用いたときに色温度の変化が最大になった。図15に示す色温度の変化は、8Wのランプ電力で50kHzの連続波形の正弦波を駆動信号として与えた場合に対する変化である。つまり、この図の基準線は連続波形の正弦波で得られた色を示し菱形の印で示してある。また、蛍光ランプは9Wで動作され図9(c)に示す立ち上がり時間の短い三角波状のバースト波を駆動信号として駆動した場合、各混合比で得られる色温度を●印で示してある。上述のように、254nmの光に対して365nmや185nmあるいは水銀からの可視光を増大させる波形であれば駆動信号として使用することができる。

【0047】図16は図15と同じ駆動条件および同波形の駆動信号を用いた場合について、AタイプとBタイプとの蛍光物質の混合比による照度の変化を示す。菱形の印は基準線である上端の横軸であってゼロ%を表す。また、図9(c)にしたバースト波状の駆動信号による照度の変化を●印で示してある。なお、図15、図16は次の条件で測定した。すなわち、外径が0.7インチ(約1.8cm)かつ長さが8インチ(約20.3cm)のガラス管をバルブ8に用いて蛍光ランプ2を作成した。蛍光物質12の粉を湿式で塗布するために一般的な方法に従ってラッカ溶液(溶剤とバインダ)内で混ぜ合わせた。このようにして2種類の異なる蛍光物質の溶液を用意した。

蛍光物質	製造元(製品名)	励起ピーク(nm)	放出ピーク(nm)
Aタイプ	Nichia(NP92)	254	544、611
Bタイプ	Nemoto Phosphor(YB-A)	365	420

混合物を作成した。

Aタイプ：Bタイプ

20：80

50：50

80：20

蛍光物質の混合物をガラス管のバルブ8に被着した後、ガラス管のバルブ8を乾燥炉内で焼成してバインダおよび溶剤を除去した。また、電極を設けたガラスステムによりガラス管の両端を塞いだ。さらに、通常の技術により電極の電子放出物質を活性化処理を行ない、バッファガスとして3 torrのアルゴンを注入して封止した。365 nmの光により選択的に励起される蛍光物質を用いた他は、蛍光ランプの製造組立技術は一般的なものである。

【0048】この蛍光ランプを点灯させるために、関数発生器16としてヒューレット・パッカード社のパルス／関数発生器(8116A)および蛍光ランプに接続される高周波増幅器(ENI1040L)とを用いた。また、予熱電源14には別に設けた6Vの電池を用い、可変抵抗器および電流計を予熱電源14に直列接続して予熱を行なった。ランプの電気特性は、RMS VAWメータ(Yokogawa社製の2532)、オシロスコープ(LeCroy社製の9304M)、電圧プローブ(Tektronix社製の100X)、10：1の電流トランス(Pearson社製の411)を用いて計測した。

【0049】また、スペクトルの測定は、蛍光ランプの回折像を撮像するCCDカメラをコンピュータ制御するようにしたライトニングサイエンス社のシステムを用いて行った。通常のランプ点灯は、周波数50 kHzの正弦波を駆動信号として与えた。これは市販されている高周波電子バラストで蛍光ランプを点灯する場合と同等である。また、上述のシステムにより、駆動信号の波形を三角波状に変化させ、かつ立ち上がり時間を変えることができる。したがって、連続波形とバースト波形との駆動信号を与えることができる。測定したランプの特性には、正弦波や三角波での動作、連続波形やバースト波形とでの動作、標準的な立ち上がり時間(立ち下がり時間と対称)や立ち上がり時間を短くしたときの動作、わずかに異なる電力での動作が含まれる。

【0050】また、上述のように構成した蛍光ランプは、50 kHz 8Wの正弦波での動作を通常の動作とし、これを色変化の測定の標準とした。ところで、2つの蛍光物質は必ずしも近接させる必要がない。たとえば、一方の蛍光物質は管の内面に設け、これより長い波長の光で励起する第2の蛍光物質を管の外面に設けてもよい。このような場合、第2の蛍光物質を保護する別のジャケットが必要である。また、第2の蛍光物質を外側のジャケットの内面に設けて2つの管の間を真空にしてもよい。

したり、蛍光物質を2層以上に設けるようにしてもよい。たとえば、3種類以上の蛍光物質を混合したり、3種類以上の蛍光物質を層状に設けることができる(この場合、各層が異なる吸収および放出スペクトルを有する)。このような実施形態としては、254 nmの光にのみ反応するAタイプ、365 nmの光にのみ反応するBタイプ、185 nmの光にのみ反応するCタイプからなる3層構造が望ましい。

【0052】本発明において、電子を短時間で発生させるために、立ち上がり時間の短いパルスからなる駆動信号を与えるのが望ましい。また、このように電子を短時間で発生させると、電子のエネルギー分布関数に変化し、水銀を上位のエネルギー準位に励起することになる。上位のエネルギー準位に励起すれば、185 nm、365 nm、546 nm、437 nm、404 nmの光の強度を高めることができる。つまり、これらの光は水銀原子の上位の励起準位から生じるからである。文献には電子のエネルギー分布を変える種々の方法が記載されている(たとえば、J. Maya and R. Lagushenko; PROGRESS IN LOW PRESSURE MERCURY-RARE GAS DISCHARGE RESEARCH, Advances in Atomic, Molecular and Optical Physics)。この文献には電子のエネルギー分布を変化させる種々の技術が記載されている。本発明には、254 nmの光を発する $6^3P$ の共鳴状態よりも上位の水銀の励起状態を大きな比率で発生させることに関するこれらの技術を用いてもよい。また、上記測定に使用した蛍光物質に加えて、パルス励起や電子エネルギー分布関数の変化により得られる他の波長によって励起される別の蛍光物質を用いることも可能である。

【0053】ところで、蛍光ランプについてよく知られた問題は電磁干渉(EMI)であり、これはシステムにパルス、早い立ち上がり時間および高い周波数が見られる時につねに発生する。通常、このようなシステムでは、輻射および伝導による電磁干渉が多少は生じる。米国連邦通信委員会(FCC)および米国食品医薬局(FDA)は、通信障害、健康障害についての基準を設けている。これらの制限は、電子および他の装置の工業的、商業的および家庭での用途について設けられ、これらの基準は実用の市販の蛍光ランプにおいて順守しなければならない。

【0054】しかして、上記構成においては、電磁干渉を輻射および伝導の両方で防止するために、外側を金属カバーで覆ったりスクリーンを設けてこれらを接地し、また全ての開口部分を覆うことになる。また、これらには透磁率の高い材料を用いるのがよい。伝導による電磁干渉を抑制するには、回路構成を工夫したり電源フィルタを用いることが考えられている。したがって、これらの公知の技術や材料を適用すれば本発明においても電磁干渉を許容範囲内に低減することができる。

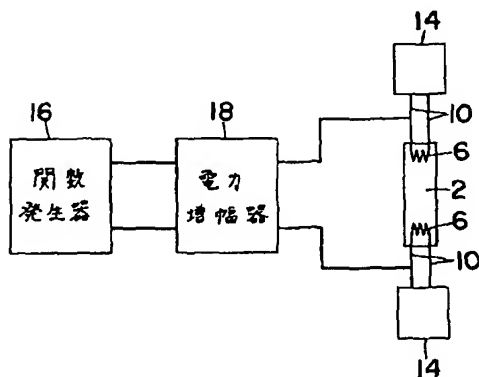
17

【発明の効果】本発明では上述のように、1種類の蛍光ランプで色温度を変化させることができるという利点がある。すなわち、蛍光ランプに供給する駆動信号の各種条件を変化させることで色温度が自在に制御できるのであって、駆動信号を変化させることで、水銀からのスペクトル放出の際に各スペクトル線において異なるエネルギー量が得られる。その結果、スペクトル線に応じて励起の強さが異なる蛍光物質の混合物や蛍光物質を層状に配置したものを蛍光ランプのバルブに設けることにより、外部からの駆動信号での変化に基づいて蛍光ランプから発光する色を変えることができるという利点がある。また、本発明は従来より知られた蛍光ランプであればどのような形状、寸法、構成を有するものでも適用可能であり、しかも現状の技術で容易に製造することができるという利点がある。

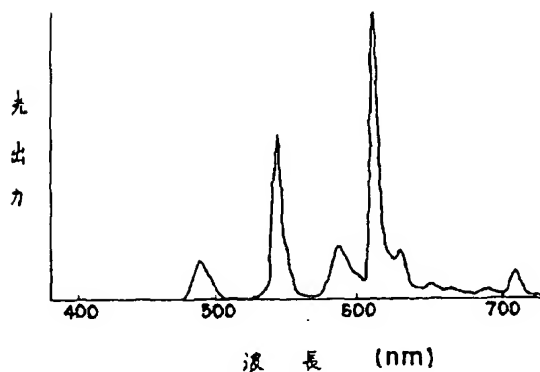
【0056】製造と販売の点からみれば、現状のように色温度の異なる各種の蛍光ランプを供給する場合に比較すると1種類の蛍光ランプを供給するだけであるからコストが低減され、蛍光ランプを低価格で提供することができるという利点がある。つまり、色温度可変の蛍光ランプを製造すれば、製造コストが非常に少なくなるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】



【図5】



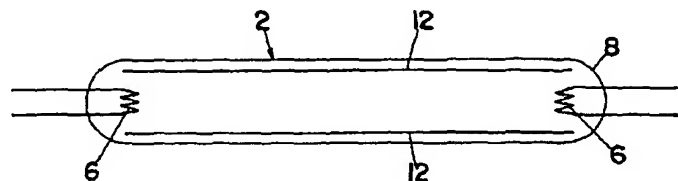
18

【図1】本発明の実施形態を示すブロック図である。  
 【図2】同上に用いる蛍光ランプの概略構成図である。  
 【図3】同上に用いる蛍光物質の特性を示す図である。  
 【図4】同上に用いる蛍光物質の特性を示す図である。  
 【図5】同上の光出力特性を示す動作説明図である。  
 【図6】同上の光出力特性を示す動作説明図である。  
 【図7】同上の動作説明図である。  
 【図8】同上の駆動信号を示す動作説明図である。  
 【図9】同上の駆動信号を示す動作説明図である。  
 【図10】同上の光出力特性を示す動作説明図である。  
 【図11】同上の動作説明図である。  
 【図12】同上の動作説明図である。  
 【図13】同上の動作説明図である。  
 【図14】同上の光出力特性を示す動作説明図である。  
 【図15】同上の蛍光物質の特性を示す図である。  
 【図16】同上の蛍光物質の特性を示す図である。

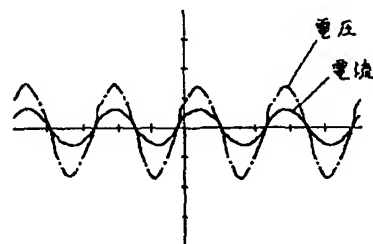
【符号の説明】

- 2 蛍光ランプ
- 8 バルブ
- 10 端子部
- 12 蛍光物質
- 16 関数発生器
- 18 電力増幅器

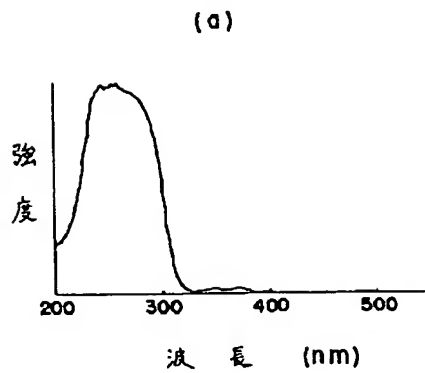
【図2】



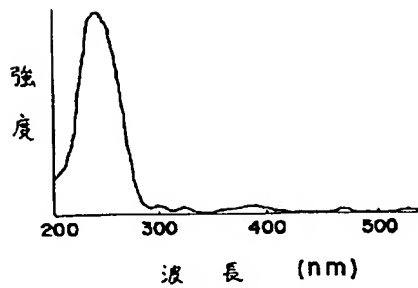
【図7】



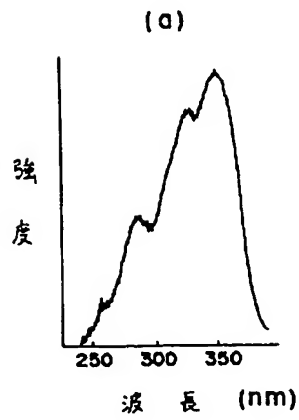
【図3】



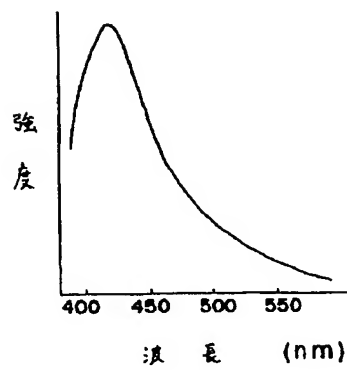
(b)



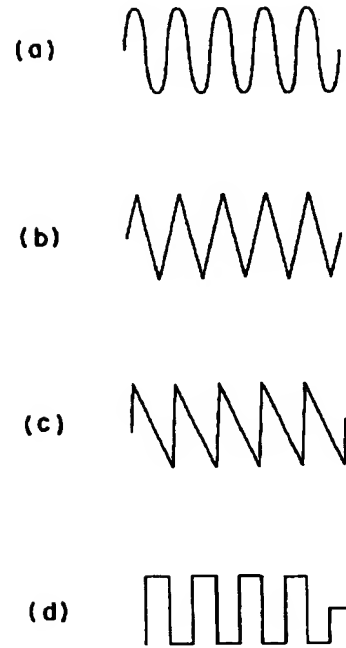
【図4】



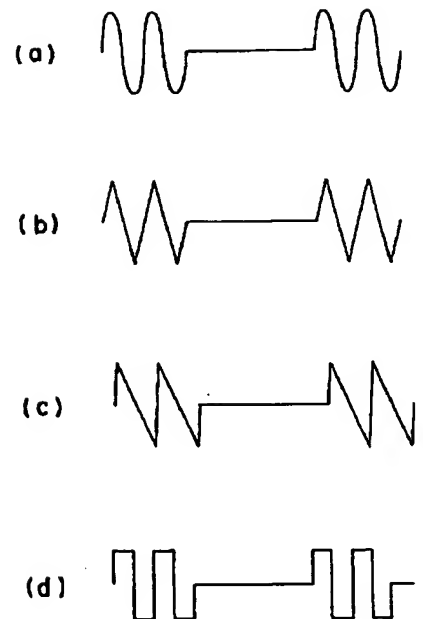
(b)



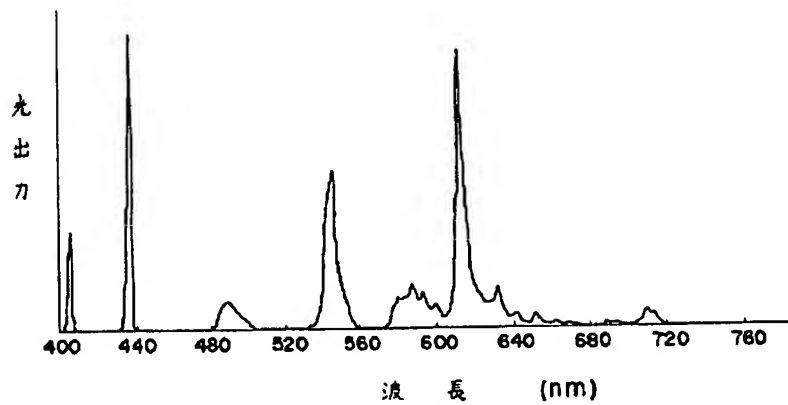
【図8】



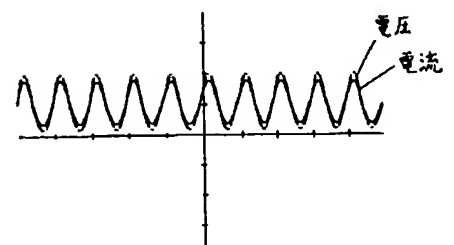
【図9】



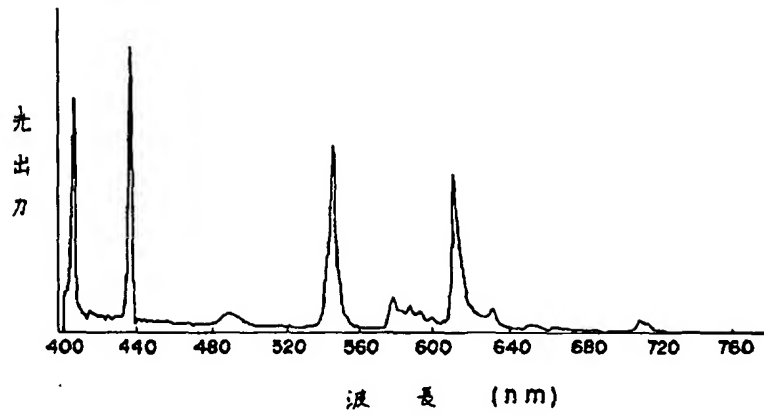
【図6】



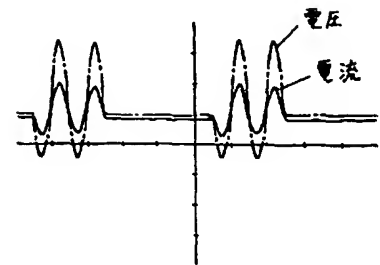
【図11】



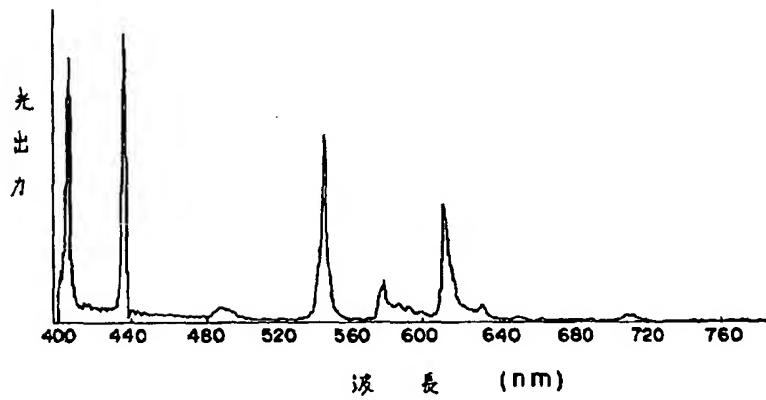
【図10】



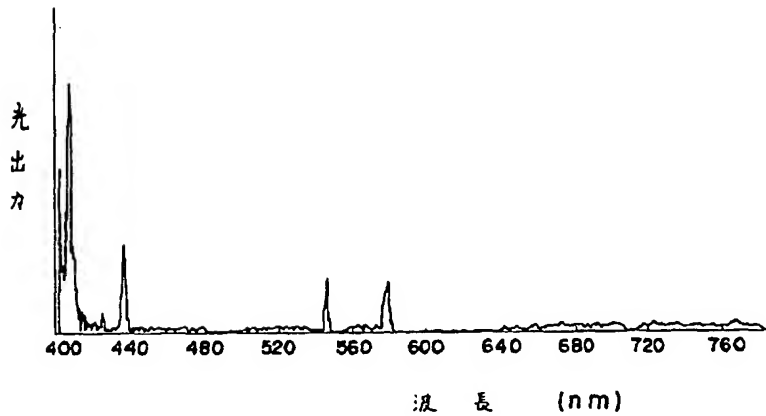
【図13】



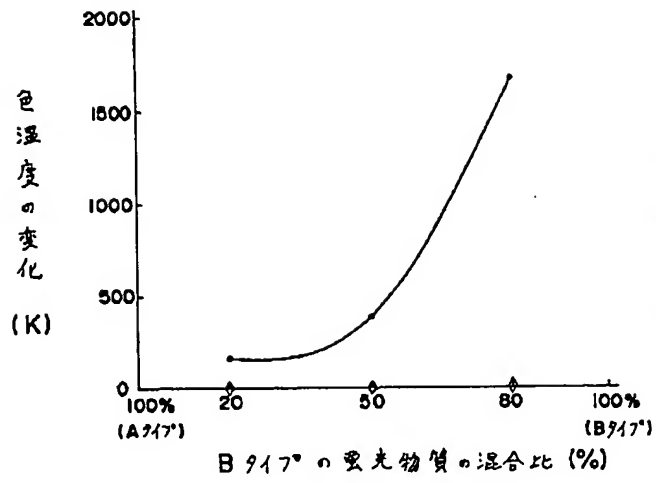
【図12】



【図14】



【図15】



【図16】

